専用機はやはり一味も二味も音が違う

長島　勝

ECC88 6DJ8 ヘッドフォン・アンプを作る

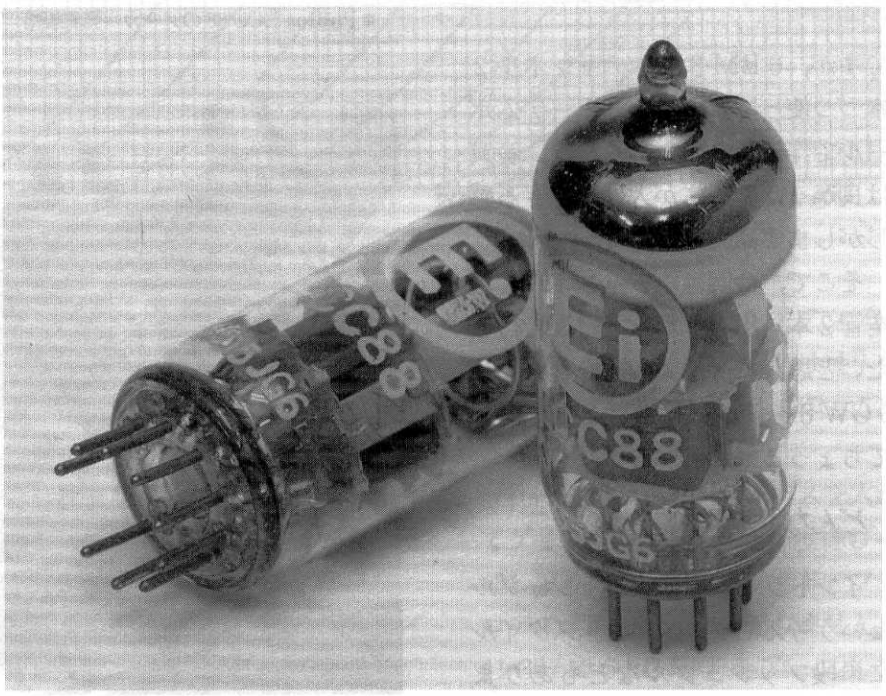
ヘッドフォン・アンプを使う理由

今回，ヘッドフォン・アンプを作ってみました．ヘッドフォンアンプヘッドフォンは大きく分けてダイナミック型とコンデンサ型に分けられます．今回はダイナミック型用を作ってみます．コンデンサ型用はいずれ何らかの形で書くかも知れません．

ダイナミック型に限っても，ヘッドフォンは各社・各機種によって，インピーダンスや感度が大きく異なり統一されていません．大きく分けて16Ω→128Ωの低インピーダンス型と128Ω～1KΩのハイインピーダンスがあります（このローインピーダンス，ハイインピーダンスは私が勝手に分けている物で根拠はありません）．また，普通のパワーアンプと違い，残留雑音をかなり下げなければいけません．

ヘッドフォン・アンプの作例を探すと，OTLならば中桐力氏のSRPPスタイルがいちばん簡単です．このスタイルはハイインピーダンスが得意です．トランス付きでは，告井隆信氏の単段19AQ5があります．こちらはローインピーダンスの物が向いています（出力トランスを変えれば別ですが）．

私が作ったことのあるのは未発表



●ECC 88/6 DJ 8の外観．小振りの9ピンMT管

＝0.04倍ですから25分の1になります．

ですから2次側の8Ω端子までのゲインはほぼ0dBに成ります．8Ω端子に2倍の負荷抵抗のヘッドフォンを想定します．16Ωとすれば1次側は10kΩに成ります．

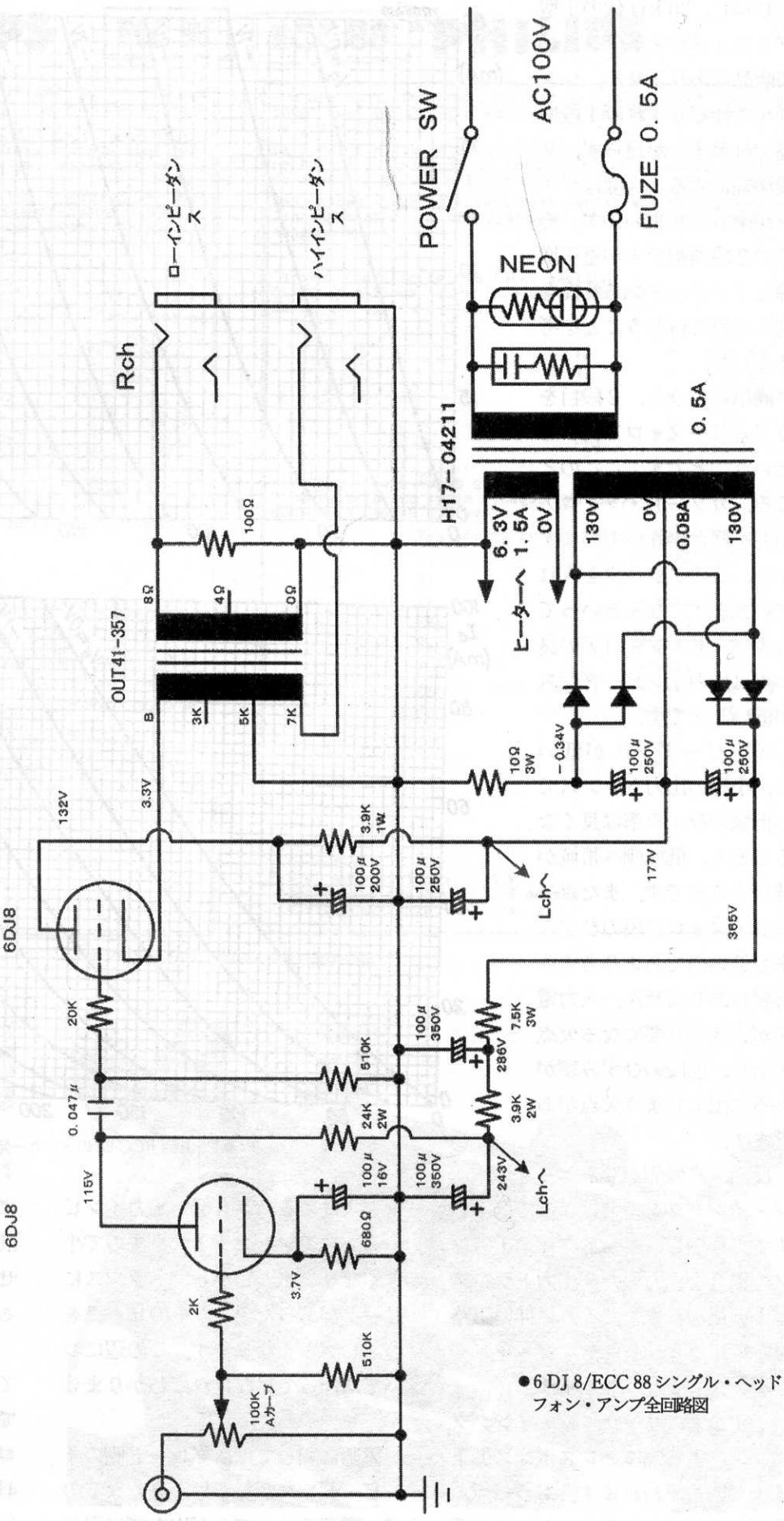
こんなにインピーダンスを高めにつかっても大丈夫？　と思うかもしれませんが，6AU8のときと違い，6DJ8の出力インピーダンスはgm分の1になりますから，1/12.5mSで約80Ω程度と低く問題にならないはずです．

また5kΩと7kΩ間が約340Ωの出力インピーダンスとなり，ハイインピーダンスタイプにも適応できそうです．

遅ればせながら球の紹介です．6DJ8(ECC88)は近年オーディオ球の扱いになってきましたが，もともとはテレビ・チューナのカスコード増幅用双3極管です．

この球はフレーム・グリッドを採用して高いgmを出しています．一般的に使用されたのは300mAシリーズの7DJ8(PCC88)が使用されました．

類似球を表にしておきましたご参照ください．TELEFUNKENとPHILIPSでは，ヒータ電圧の規格に違いがあります．このままで正常動作が期待できるのはECC88，E88CC，E188CCだけでしょう．中にはヒータ電流の大きい球があり差し替えるときは電源トランスのヒータ容量に注意してください．なお動作については未確認です．



●6DJ8/ECC88シングル・ヘッドフォン・アンプ全回路図

回路図について

回路を見ていきます．まず初段です．100 kΩのボリュームを出てすぐの510 kΩはグリッドがグランドから浮くことがないように入っています．ですからある程度値を変えても問題はありません．100 kΩ～1 MΩ位は問題ありません．

100 kΩぐらいにするとボリュームのAカーブから大分ずれてきます．しかし，ボリュームを9時方向ぐらいで使っている場合など100 kΩにすると11時方向ぐらいで同じ音量に成りますので音量調整がやりやすくなります．

グリッドにシリーズに入っている2 kΩですがソケットに直接つけてください．ハイgm管の場合は必須と思っておいた方が安全です．ハイgm管なのでプレート電流を多く流さないと上手くないので24 kΩに5.3 mAほど流しています．カソード抵抗は680 Ωで100 μFのパスコンが付いています．カップリング・コンデンサは，0.047 μFで日立MTBを使っていますが，オイルコンなどを使っても良いでしょう．

2段目のカソード・フォロア段です．510 kΩはグリッドリーク抵抗で0.047 μFとで6.6 Hz辺りにカットオフがありますが，低音が出すぎると思う場合にはコンデンサを0.022 μFや0.01 μFあたりまで減じても良いでしょう．グリッドにシリーズに入っている20 kΩはカソード・フォロア安定度向上のため入っています．

一見バイアス回路がないように見えますが，出力トランスのB～5 kΩ間の直流抵抗280 Ωがバイアスになっています．プレート電流は11.7 mA程流れています．カソードはBの端子に接続され5 kΩ端子がアースに接続されます．7 kΩでも良かったのですが，7 kΩ端子をハイインピーダンス用の出力端子に使用します．

ローインピーダンス用は2次側の8 Ω端子になります．6DJ8とこの回路ではNFBをかけるゲインの余裕はありませんので無帰還です．電源回路ですが，最近のカソード・フォロアの電源とほぼ同じです．出力段は両波整流です．出力段の平滑はこんなものでも十分でした．前段はブリッジ整流になります．S/Nにひびきますので，がっちりリップルをとってください．

電磁誘導でハムが出る可能性ありますので，今回はチョーク・コイルを使用しませんでした．電流容量は50 mA以上あれば足ります．作り置きがあったので，EL 91スーパーKNF用の電源トランスを使いました．

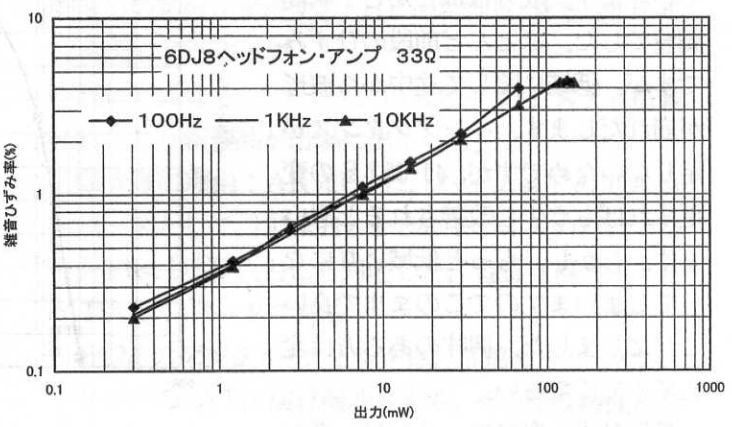
●6DJ8/ECC88シングル・ヘッドフォン・アンプ・パーツリスト

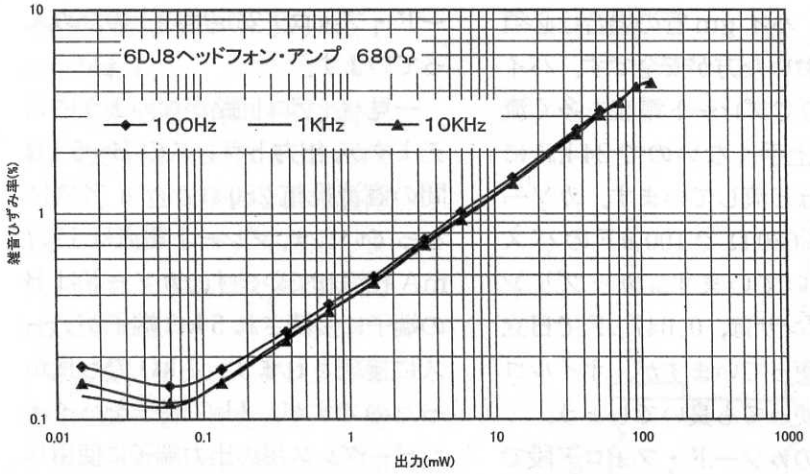
パーツ名	メーカー	個数	入手先
6DJ8	EI	2本	サンエイ電機
H17－04211	春日無線	1個	春日無線
41－357	春日無線	2個	春日無線
UC10－11－18AA	タカチ	1個	春日無線
350V100μF	ニッケミ	2個	海神無線
250V100μF		2個	海神無線
250V100μF	ニッケミ	1個	海神無線
200V100μF	ニッケミ	2個	海神無線
16V100μF	ニッケミ	2個	海神無線
400V0. 047μF	日立MTB	2個	海神無線
7. 5KΩ3W	酸金	1本	海神無線
10Ω3W	酸金	1本	海神無線
24KΩ2W	金属皮膜	2本	
3. 9KΩ2W	酸金	1本	海神無線
3. 9KΩ1W	金属皮膜	2本	
510KΩ	ソリッドカーボン	4本	
20KΩ	金属皮膜	2本	
2KΩ	カーボン	2本	
680Ω	CMF－55	2本	海神無線
100Ω	アムコ	2本	
ダイオード	1N4007	4本	サンエレクトロ
スパークキラー		1個	
9ピンMTソケット		2個	海神無線
ヒューズホルダー		1個	海神無線
ヒューズ 0. 5A		1本	海神無線
PL		1個	海神無線
SW		1個	島山無線
ヘッドフォンジャック		2個	海神無線
ピンジャック		2個	秋月
オトナシート		1枚	海神無線

電気特性

特性ですが，ローインピーダンス

●雑音ひずみ率特性．ロー・インピーダンス使用時の特性





●雑音ひずみ率特性．ハイ・インピーダンス使用時の特性

は16Ωのヘッドフォンはあまり無いようなので，2倍のインピーダンスの33Ωで計測しました．ハイインピーダンスもほぼ同等のロードラインになる680Ωで計測しました．

ローインピーダンス側の残留雑音はショートで0.02 mV，オープンで0.07 mVになりました．またハイインピーダンスではショートで0.14 mV，オープンで0.39 mVになりました．

オープンが悪いのは，小型ケースに無理に押し込んだため，電源の引き回しと入力側が近いのが原因のようです．

ちょっと脱線しますが，真空管を挿さないでノイズ・レベルを測るとローインピーダンスで0.13 mVあります．ですからカソード・フォロアのインピーダンスが効いている事がわかります．

ひずみは直線的にだらだら上がっていきます．成分はほとんど2次高調波でした．ほとんど前段のひずみですが，低域に関して途中から波形が崩れだします．インダクタンスが足りないためですが，41-357 Sの変更すればもう少し改善されると思います．しかし，もっと低域よりになってしまいますのでこのままで良いことにしました．興味のある方は変えてみてください．

最低ひずみ率はローインピーダンスでは0.21%（1 kHz），ハイインピーダンスでは0.115%（1 kHz）でした．周波数特性ですが，ローインピーダンス時−1 dBで23 Hz〜60 kHz，ハイインピーダンス時23 Hz〜90 kHzでした．ゲインは，ローインピーダンスで−1.1 dB，ハイインピーダンスで11.3 dBでした．特性はヘッドフォンのインピーダンスがバラバラなのであくまで目安程度です．

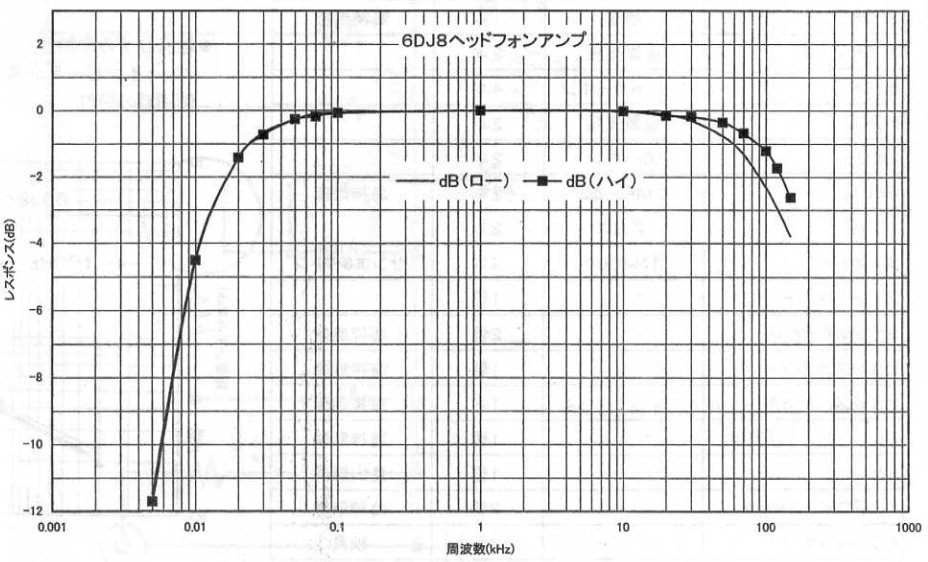
音はどうか

音質ですが，解像度が高く透明感があります．コントラバスなども豊かにかつ切れよく聞こえます．録音している現場の反響が聞き取れ，後ろに壁がある位置が聞き取れます．高域もきつい感じはありません．主観が入りますから現実に聞いていただいた方がいいと思いますので，いつものように春日無線に置いておきます．今，市販されている中では唯一ヘッドフォン用出力トランスあるノグチ・ファインメットのトランスでも作ってみたいと思います．

今回，真空管が2個でトランスがケース内に入ってしまうためスタイルが間延びしてしまうのを嫌ったため，UC 10-11-18小型のケースに無理に入れました．

最初ケース上に置く配置で考えました．しかし，電磁誘導ノイズが取れず背面パネルに電源トランスを付ける形になりました．ノイズを抑えるためにショートリングを巻きました．しかしサイドにある鉄の金具が磁束を出力トランスに導いてしまうためその部分を切り取りました．外形のバランスをとるために真空管だけならば4球構成のほうが作りやすいように思います．または，カバー付きの出力トランスにすればいいと思います．

計測機器は，パナソニックVP-7720A（オーディオ・アナライザ），日立V-552（オシロスコープ），サンワPC 500（デジタルテスター）他を用いました．



●本機の周波数特性